Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum

Untersuchungen über die Trichome von *Corokia budleoides* Hort.

von

Prof. Dr. **Adolf Weiss** in Prag,
c. M. k. Akad.

(Mit 1 Tafel und 1 Textfigur.)

Aus dem pflanzenphysiologischen Institute der k. k. deutschen Universität in Prag.

Der Bau, die Entwickelung etc. der Trichome von *Corokia budleoides* zeigen so viel Eigenthümliches, dass es mir der Mühe werth schien, diese Bildungen einer eingehenden Untersuchung zu unterziehen.

Die Trichome an den Blättern[1] der Pflanze, die sich im fertigen Blatte nur auf der Unterseite desselben vorfinden und sich dort zu einem dichten Haarfilze gestalten, gehören zu jenen eigenthümlichen Haarbildungen, welche ich zuerst 1867 kennen lehrte, und als T-förmige Haare bezeichnete.[2] Ich hatte damals auch die Entwickelung dieser Trichome bei verschiedenen Pflanzen mitgetheilt, und dieselben als charakteristisch für den Haarfilz gewisser Gewächse angegeben.

Ganz verschieden von den dort erwähnten Pflanzen erscheinen aber in vielen Beziehungen die Trichome von *Corokia budleoides*.

Die Oberhaut des erwachsenen Blattes zeigt im Querschnitte (Fig. 19) sich, bei der Blattoberseite, zusammengesetzt aus nahezu rechteckigen, mit ihrer Längsrichtung senkrecht auf die Blattoberfläche gestellten Zellen mit mächtig verdickten Aussen-

---

[1] Auch an den Axen der Pflanze etc. finden sich diese Trichome vor.

[2] A. Weiss. Die Pflanzenhaare, 1867. Mit 13 Taf. — Aus Karsten's Botanische Untersuchungen. I. S. 369—677.

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum

wänden, deren Cuticula nach Aussen und Innen knotige Fortsätze zeigt und an der Grenze zweier Zellen sich bis tief in die Cuticularschichten hinein fortsetzt. In den Cuticularschichten selbst erscheinen mehr weniger zahlreiche, umgrenzte Partien inselartig zerstreut als dunklere Flecke (Jodlösung) in denselben, und erweisen sich als der Cuticula stofflich gleiche Membrantheile.

Die Seitenwände dieser Epidermiszellen sind porös verdickt, ihr Inhalt besteht meist aus einer krümmlichen, blassgelblich gefärbten Masse, deren Verhalten zeigt, dass sie zum grössten Theile aus Protoplasmaresten besteht. Ausserdem enthalten viele Oberhautzellen grössere oder kleinere grüne Kugeln von hoher Lichtbrechung (Oel durch Chlorophyll tingirt?), führen auch wohl lediglich Luft. Durch vorsichtige Behandlung mit Schwefelsäure kann man die Cuticula sammt ihren Knoten etc. zum Aufrollen bringen. Trichome besitzt die Epidermis der Blattoberseite im erwachsenen Blatte nicht, auch die Insertionen des sie in der ersten Jugend bedeckenden Haarfilzes sind nicht mehr erkennbar.

Auf die Epidermis folgen nach Innen drei Pallisadenschichten, deren oberste leuchtend hellgrün (Oel ?), die anderen zwei dunkelgrün gefärbt sind, dann die Gefässbündelzone und endlich ein mehrschichtiges lockeres Schwammgewebe, das durch die Oberhaut der Blattunterseite geschlossen wird. Diese besteht aus wesentlich kleineren, weitaus weniger verdickten Zellelementen wie die der Blattoberseite.

Wie bei allen verfilzten Blättern,[1] zeigt auch die Oberhaut der Blattunterseite von *Corokia budleoides* unter dem Haarfilze äusserst zahlreiche Spaltöffnungen. Im Mittel beträgt ihre Anzahl 277 auf dem Raume von 1 mm^2 mit den Grenzwerthen von 200—394. Die Dimensionen von Spaltöffnung und Spalte mögen folgende numerische Werthe veranschaulichen. Es betragen

Länge der Spaltöffnung im Mittel 0·031 *mm*
Grenzen 0·027—0·037 *mm*.
Breite der Spaltöffnung im Mittel 0·025 *mm*

---

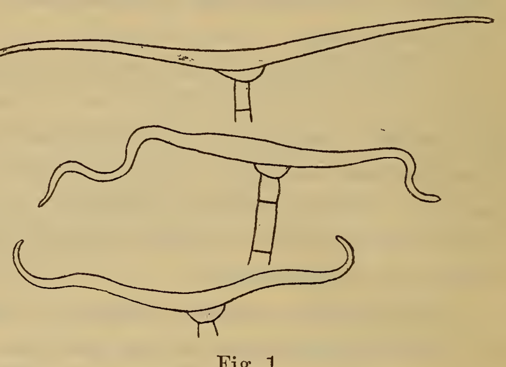
[1] Ich habe 1865 gezeigt, dass entgegen der damals allgemeinen Annahme, als fehlten an verfilzten Blättern die Spaltöffnungen vollständig, sie gerade umgekehrt dort stets ausserordentlich zahlreich auftreten. Pringsheim's Jahrb. für wiss. Botanik. IV. S. 167 ff.

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum

Grenzen 0·023—0·030 *mm.*
Länge der eigentlichen Spalte 0·015 *mm*
Grenzen 0·012—0·020 *mm.*
Breite der eigentlichen Spalte 0·008 *mm*
Grenzen 0·007—0·010 *mm.*
Axenverhältniss[1] der Spaltöffnung 1·24.

Dazu kommen im Mittel noch 220 (Grenzen 198—262) Haarinsertionen auf 1 mm^2 Fläche, so dass also zusammen im Mittel über 400 Spaltöffnungen und Trichome auf 1 mm^2 Blattfläche zu stehen kommen.

Die Spaltöffnungen sind, wie der Blattquerschnitt zeigt, beträchtlich über die Oberfläche der Epidemis erhoben, also in jener günstigen Position, wie sie E. Gregory[2] als charakteristisch für die mit Haarfilz bekleideten Blattflächen beschreibt. Dass die Bedeckung mit Filzhaaren die betreffenden Theile vor zu rascher Transpiration schützt, als Wassercondensations-Vorrichtung wirken kann, um den Wasserdampf der atmosphärischen Luft auszunützen und überhaupt die einsaugende und abgebende Oberfläche der Pflanze zu vergrössern etc., das Alles habe ich bereits ausführlich 1869[3] dargelegt.


Fig .1.

Das fertige Haar an Blättern und Axen von *Corokia budleoides* besteht aus einem, meist aus 4—5 Zellen sich zusammensetzenden, im Mittel 0·15 *mm* langen, selten mehr als 0·013 *mm* dicken Stiele, dessen untere Zellen

---

[1] A. Weiss, Untersuchungen über die Zahlen- und Grössenverhältnisse der Spaltöffnungen. Pringsheim's Jahrb. IV. S. 126.

[2] E. Gregory, Comparative anatomy of the Filz-like Hair-covering of Leaf-Organs. Inaug. Dissert. Zürich, 1886, S. 33.

[3] A. Weiss, Die Pflanzenhaare. S. 624 ff.

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum

gestreckter als die oft sehr verkürzten aber häufig ausserordentlich verbreiterten oberen sind. Dieser Stiel trägt eine in ihrer Längsrichtung im Allgemeinen der Organoberfläche parallel liegende, also auf dem Stiele nahezu senkrecht aufliegende Zelle (vergl. die beigedruckte Figur), die nicht selten eine Länge von 1·3 *mm* erreicht, und die wir im Verlaufe stets als „T-Zelle" bezeichnen wollen. Nur selten ist sie genau in ihrer Mitte dem Stiele angeheftet, sondern meist sind die beiden Arme derselben zu ungleicher Länge herangewachsen, auch wohl häufig der eine oder alle beiden an ihren Enden nach aufwärts gekrümmt, fast immer aber alle zwei mehr oder weniger gebogen, nur selten völlig gerade gestreckt.

Die Stielzellen bleiben immer dünnwandig; Kalilauge färbt den Inhalt derselben in allen Stadien der Entwicklung und im fertigen Haare intensiv gelb, sie enthalten viel Gerbstoff, auch wohl Kalkcarbonat in Lösung oder als Krystallsand. Die unteren Stielzellen verlieren früher oder später ihren flüssigen Inhalt, sie schrumpfen zusammen und collabiren (Fig. 15, 16), was ein Abfallen oder Abbrechen dieser Trichome sehr erleichtern würde, wenn nicht die T-Zellen der dicht gedrängt stehenden Haare sich mit denen ihrer Nachbarn vielfach verschlingen und verfilzen würden.

Zu bemerken ist, dass man sowohl an erwachsenen als halberwachsenen Blättern immer zwischen den normalen Formen und Grössen dieser Trichome alle möglichen abnorm geformten, gleichsam in ihrer Entwickelung in bestimmten Stadien stehen gebliebenen begegnet, so z. B. solchen, deren T-Zelle entweder beiderseits oder einseitig ausserordentlich verkürzt erscheint (Fig 18), oder solchen, deren Membran bis zum stellenweisen Verschwinden des Lumens sich verdickte (Fig. 17) u. s. w.

Wie bereits erwähnt, sind die unteren Stielzellen stets mehr oder weniger getreckt, immer aber erscheint die oberste, an die T-Zelle grenzende, respective dieselbe tragende Stielzelle sehr verbreitert (Fig. 4, 5, 10, 11, 14, 20), so dass sie sich mit breiter Fläche an die T-Zelle anlegt, und dadurch nicht wenig zur Fixirung derselben in ihrer horizontalen Lage beiträgt. Nicht selten wird sie hierbei noch durch die nächst unterste Stielzelle mehr oder weniger unterstützt (Fig. 11).

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum

Was aber die Corokia-Haare vor Allem auszeichnet, das ist die eigenthümliche Beschaffenheit der Wand, mit welcher die oberste Stielzelle an die T-Zelle grenzt, respective sich an dieselbe anlegt, und die ich — der Kürze halber — im Folgenden als „Scheidewand" bezeichnen will, und die veränderte Membranverdickung der T-Zelle innerhalb der Grenzen oder Ausdehnung dieser Scheidewand.

Es herrschen da zunächst grosse Verschiedenheit und Abwechslung, immer aber zeigt die Scheidewand Leiterporen, die oft völlig denen der Querwände von Holzgefässen gleichen (Fig. 6). Oft ist diese Scheidewand nur wenig ausgedehnt kurz (Fig. 7), oft ausserordentlich verlängert (Fig. 5, 11); die leiterartigen Durchbrechungen derselben erscheinen häufig als feine, zahlreiche, spaltenförmige Poren (Fig. 12), oder als in geringer (2—3) Zahl auftretende, aber dafür sehr grosse, löcherförmige Poren (Fig. 7,8), oder als Treppenporen (Fig. 5, 14) etc., kurzum, es lassen sich da die allergrössten Differenzen und mannigfaltigsten Übergänge auffinden, obgleich die verbreitetste Form die in Fig. 5 und 14 dargestellte bleibt.

Auch die T-Zelle des fertigen Trichoms zeigt grosse Abwechslungen. Abgesehen von den bereits oben erwähnten „stehen gebliebenen" Formen, ist besonders die Verdickung der Membran eine sehr wechselnde. Erwachsene Haare zeigen in der Regel gerade keine besonders auffallend dicken Wände [1] (Fig. 11. 14), speciell dann nicht, wenn die Ansatzfläche des Stieles nur kurz ist (Fig 8, 10), wohingegen bei ausgedehnter Scheidewand die Membranverdickung der T-Zelle meist eine sehr beträchtliche wird [2], doch sind auch da zahlreiche Ausnahmen vorhanden, der Unterschied aber zwischen Trichomen mit relativ schwach verdickter T-Zelle und solchen, wo diese mächtige Verdickungschichten, oft bis zum Verschwinden des Lumens, wenigstens an einzelnen Stellen, zeigt, ist ein so auffallender, dass man am liebsten zwei verschiedene Formen dieser Trichome unterscheiden möchte.

In das Lumen hinein vorspringende kleinere und grössere Membranzäpfchen sind ganz allgemein vorhanden (Fig. 11, 13, 17),

---

[1] Wandicke 0·003—0·004 *mm*.

[2] Membrandicke 0·01 *mm* und mehr.

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum

desgleichen erscheinen bei älteren Haaren die T-Zellen häufig von Pilzfäden durchzogen. [1]

Die Wandung der T-Zelle erscheint bei ganz jungen, sowie bei den erwachsenen Haaren nach Aussen hin stets glatt, sie ist in beiden Fällen nur mässig verdickt. Auf einer gewissen Entwickelungsstufe indess (junge Blätter von etwa 4 *mm* Länge) wird die T-Zelle äusserst dickwandig und zugleich erscheint ihre Oberfläche besetzt von zahlreichen Protuberanzen, welche die Enden der Zellarme oft freilassen, aber gegen die Ansatzstelle des Stieles zu grösser werden (Fig 13). Sie sind meist vollkommen regelmässig kegelförmig, wachsen häufig bis zu einer Höhe von 0·02 *mm* und mehr heran, und verschwinden bald darauf wieder eben so plötzlich, als sie in Erscheinung getreten waren. Jederzeit ist ihr Auftreten von einer kolossalen Verdickung der Zellhaut begleitet, ihr Verschwinden umgekehrt lässt eine augenscheinliche Wegfuhr von Zellstoff erkennen, die Wände der T-Zellen werden wieder beträchtlich dünner.

Mit Salzsäure behandelt, werden die Kegel unter Gasentwickelung gelöst und hinterlassen eine zarte gefaltete Hülle (vergl. S. 274). Sie bestehen aus Kalkcarbonat.

Äschert man die Trichome ein, so bemerkt man auch an den Haaren, an denen keine „Kegel“ sitzen, wo also das Kalkcarbonat noch nicht äusserlich sichtbar ist, die Contouren des Aschenskeletes des Trichomes sehr deutlich, und Zusatz von Schwefelsäure zeigt an den enormen Massen der sofort anschiessenden Gypskrystalle, dass die Membranen der T-Zellen auch da grosse Mengen von Kalk eingelagert enthalten müssen.

Bemerkt mag werden, dass im Querschnitte durch das fertige Blatt bei geeigneter Behandlung sich viel kohlensaurer Kalk in der Oberhaut, besonders der Blattoberseite, wo der vollständige Abbruch des Haarfilzes bereits längst vollzogen ist, nachweisen lässt; seltener kommt derselbe als feiner Krystallsand im Zellinhalte vor.

---

[1] Dass Trichome, besonders aber Haarfilz, die von ihnen bedeckten Theile ausgiebig gegen das Eindringen, speciell von Pilzmycelien, schützen, ist sicher.

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum

Längere Zeit (24^h) in Goldchlorid liegen gelassen, erscheinen die T-Zellen dem freien Auge und im Mikroskope bei auffallendem Lichte intensiv gelbbraun (lederbraun) gefärbt; im durchfallenden Lichte tief stahlblau (ältere Trichome) oder blauschwarz bis schwarz (junge Haare). Denselben Farbenton und denselben feinkörnigen schwarzen Niederschlag auf der Oberfläche zeigt auch die Oberhaut beider Blattflächen.

Im polarisirten Lichte zeigt sich die Membran der T-Zellen ausserordentlich stark doppelbrechend und leuchtet beim Einschieben eines Gypsplättchens (Roth 4) in den brillantesten Farben auf. Auch die kegelförmigen Protuberanzen zeigen diese Erscheinungen. Bringt man aber Salzsäure hinzu, so wird unter heftiger Gasentwicklung das Kalkcarbonat gelöst, die Doppelbrechung, respective die Farbenerscheinungen verschwinden völlig an den betreffenden Stellen, und es bleibt nur eine zarte gefaltete, schwach doppelt brechende Hülle zurück, die Jodlösung gelb färbt.

Die „Kegel" erscheinen meist mehr oder weniger deutlich gebändert oder geschichtet (Fig. 13), und das tritt besonders im Polarisationsmikroskope durch die verschiedene Farbe dieser Horizontalzonen hervor. Häufig erscheinen die grösseren Kegel mehr oder weniger tief eingesenkt in die Membran der T-Zellen (Fig. 13); ein bloss äusserliches Aufsitzen derselben auf der Zellhaut scheint aber nicht stattzufinden. Mehrere Male konnten effective Doppelkegel beobachtet werden, deren unterer ganz in die Zellhaut versenkt erschien.

An manchen Haaren wurden zu einer Zeit, wo äusserlich noch keine Spur der kegelförmigen Gebilde zu erkennen war, in der Membran der T-Zelle bei gekreuzten Nicols bereits umschriebene, rundliche Partien von weit stärkerer Doppelbrechung beobachtet, als die übrige Zellhaut zeigte. Es mag das auf eine bereits erfolgte localisirte stärkere Verkalkung dieser Membranstellen deuten.[1] Dass von der ersten Jugend an und später grosse Massen von gelöstem kohlensauren Kalke, speciell in den Oberhautzellen und den Trichomen vorhanden sind, das

[1] Die Durchbrechungen der Scheidewand, respective die dünnen primären Membranen daselbst, gestatten eine ausgiebige Stoffwanderung vom Stiele in die T-Zelle und umgekehrt.

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum

zeigt Behandlung mit Schwefelsäure. An einem Längsschnitte der Epidermis schiessen im Lumen jeder einzelnen Oberhautzelle, von verschiedenen Radiationspunkten ausgehend, unglaubliche Mengen von Gypskrystallen an, desgleichen erscheinen grosse Gypsnadelconcremente auf der Oberfläche der Epidermis.

Auch die bereits im halberwachsenen Blatte völlig kahle, trichomlose Blattoberseite ist in der Jugend mit einem dichten Haarfilze solcher T-förmiger Trichome bedeckt, der speciell in der Region der Mittelrippe sich am längsten erhält. Die Trichome desselben erscheinen im Allgemeinen schlanker als die des eben beschriebenenen persistenten Haarfilzes der Blattunterseite, insbesondere ist die T-Zelle viel schmäler, aber meist viel länger und erreicht eine Länge von 1·4 *mm* und mehr. Der Abbruch der Haare[1] wird dadurch sehr erleichtert, und in der That erfolgt das Abwerfen des ganzen Haarfilzes der Blattoberseite sehr früh.

Wie beim Haarfilze der Blattunterseite zeigen die T-Zellen der Trichome der Blattoberseite der jüngsten Blätter zu einer gewissen Zeit kolossale Mengen von Kalkcarbonat ein- und aufgelagert in der Membran. Die ganze Oberfläche ist bedeckt mit kleineren und grösseren Kegeln und Knötchen, die rasch zu einer oft überraschenden Grösse heranwachsen[2] und oft ausserordentlich regelmässig gestaltet sind (Fig. 13).

Wie Kohl[3] für das Carbonat der Cystolithen von Ficus-Arten angibt, scheint mit dessen Ausscheidung immer eine intensive Cellulose-Production stattzufinden; immer ist die eine die Begleiterscheinung der andern. Kohl meint daher sehr richtig, dass es unter diesen Umständen nahe liege, an eine Herkunft beider Substanzen von einer flüssigen Wanderform zu denken, und als solche sieht er eine Kohlehydrat-Kalkverbindung an. Ist dem so, dann wird, wenn umgekehrt im Herbste vor dem Blattfalle, oder überhaupt aus älteren Blättern Kalk aus den Cystolithen

[1] A. Weiss, Pflanzenhaare. S. 622 ff. — W. Kärner, Über den Abbruch und Abfall pflanzlicher Behaarung. Nova acta der Leopold. Carolin. Academie. LIV. 1889. Nr. 3.

[2] Höhe oft 0·02 *mm.*

[3] F. G. Kohl, Anatom. physiol. Untersuchungen der Kalksalze und Kieselsäure in der Pflanze. Marburg 1889, S. 140 ff. — Schimper, A. F. W. Bot. Zeit. 1885, S. 737 ff.

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum

zurück in den Spross wandert, dies auf Kosten der Cellulose des Traubenkörpers geschehen müssen. Und in der That sieht man auch die Cellulose beinahe ganz verchwinden, bis auf einen oft winzigen Theil, der dem verkieselten Stiele anhängend zurückbleibt.[1]

Ob nun die T-Haare von *Corokia budleoides* — wie die Cystolithen anderer Pflanzengruppen — Speicherorgane für Kalk sind,[2] welcher in ihnen in grossen Mengen deponirt wird, um später gelegentlich wieder in den Stoffwechsel einzutreten und Dienste als Transporteur der Kohlenhydrate zu leisten, mag dahingestellt sein. So viel ist gewiss, dass, wenn früher oder später die massenhaften Kalkcarbonat-Incrustationen der Corokia-Trichome wieder verschwunden sind — und das ist immer der Fall, meist sogar recht bald, — die Wandungen der T-Zellen dann lange nicht mehr die mächtigen Verdickungen aufweisen, wie sie selbe früher erkennen lassen. Desgleichen zeigt sich, dass, wenn die ganz jungen Trichome anfangen, die Wände ihrer T-Zelle mächtiger zu verdicken, man im Polarisationsmikroskope meist in der stellenweise sehr erhöhten Doppelbrechung derselben (S. 274) das Einwandern des Kalkes bereits erkennen und constatiren kann.

Vor dem Abbruche des Haarfilzes der Blattoberseite sieht man unter allen Umständen alle die verkalkten Höcker und Kegel der T-Zellen verschwunden; die Wandungen derselben erscheinen jetzt nur mässig verdickt. Es wurde eben — so kann man annehmen — mit dem Kalkcarbonate der grösste Theil der Cellulose der Wandungen wieder fortgeführt, um anderweitig verwendet zu werden.

Dass diese Kalkincrustationen, wie bei den Nymphaea-Haaren[3] die Kalkoxolat-Krystalle, bereits in der ersten Jugend von Innen angelegt, und später von inneren Verdickungsschichten

---

[1] L. c. Taf. IV. Fig. 51 und 52.

[2] L. c. S. 137.

[3] H. Molisch, Zur Kenntniss der Einlagerungen von Kalkoxalat-Krystallen in die Pflanzenmembran. Österr. botan. Zeitschrift. XXXII. 1882. S. 382 ff. — H. Schenk, Unters. über die Bildung von centrifugalen Wanddickungen an Pflanzenhaaren und Epidermen. Dissert. Bern 1884, S. 36 ff., Fig 20 *a—i*.

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum

überlagert, und etwas nach Aussen gedrängt werden, wodurch sie eben als Erhebungen über die Oberfläche des Haares hervorragen, ist nach dem Gange ihrer Entwickelung, den ich unten (S. 278) gebe, ausgechlossen. Wahrscheinlich ist, dass diese Kalkablagerungen erst später in den peripherischen Membranlagen, unter der Cuticula der T-Zelle auftreten, durch ihr Wachsthum diese nach aussen ausdehnen und dass, nach Lösung durch Salzsäure diese sie überziehende Cuticula als Hülle zurückbleibt.[1] Zweifelsohne sind diese Trichome ein ausgiebiger Schutz speciell der Knospen und jungen Blätter gegen Thierfrass,[2] wie denn überhaupt die Verkalkung von Trichomhöckern eine allgemeine ist, nur dass der Kalk in ihnen persistent bleibt.

Was nun die Entwickelungsgeschichte dieser Trichome betrifft, so muss vor Allem vorausgeschickt werden, dass sie ausserordentlich früh angelegt werden und dass bereits noch sehr junge Blätter in einer Knospe sie fast vollständig entwickelt besitzen, und ihr Haarfilz im Blattquerschnitte das Vielfache der Blattdicke beträgt, so dass die jüngsten Blätter wie durch eine Schicht elastischer Federn auseinandergehalten werden. Allerdings werden auch später noch immer neue Haare ausgebildet, die dann zwischen nahezu oder ganz entwickelten zu stehen kommen, aber es macht immerhin der lückenlose Verfolg der Entwickelung einige Schwierigkeiten.

Das Trichom entsteht — wie alle Pflanzenhaare[3] — aus einer Epidermiszelle, die sich etwas über die Fläche der Oberhaut erhebt und dann durch eine tangentiale Wand in zwei Tochterzellen zerfällt (Fig. 1 a, b). Die obere (b) theilt sich bald darauf wieder (Fig. 2), während die untere (a) nach und nach zu einer Epidermiszelle von normalem Baue sich entwickelt und nicht wieder theilt. Es muss also eigentlich die Zelle b′ (Fig. 2) als die eigentliche Mutterzelle des künftigen Stieles bezeichnet werden. Sie bleibt anfangs längere Zeit ganz unverändert,

---

[1] Vergl. Schenk l. c. S. 19 ff., der die Bildung der Höcker an den Trichomen von Cornus-, Cineraria-, Campanula-, Bellis-Arten etc. durch Auftreten einer Substanz (Gummischleim? Gummiharz?) zwischen Cuticula und Celluloseschichten entstehen lässt.

[2] Stahl E., Pflanzen und Schnecken. Jena 1888, S. 70 ff.

[3] A. Weiss, Pflanzenhaare. S. 630.

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum

während die obere (c in Fig. 2) sehr bald zu einer gestreckten, ellipsoidischen Form auswächst, deren Längsaxe parallel zur Oberfläche der Epidermis liegt. Da, wie erwähnt, die Stielzelle (b′) zunächst sich nicht verlängert, so liegt diese obere Zelle (c) — die spätere T-Zelle — fast völlig angepresst der Oberhaut an. Während nun ein immer energischeres Spitzenwachsthum dieser T-Zelle stattfindet (Fig 3), theilt sich die Stielzelle nun auch und die obere Tochterzelle derselben verbreitert sich gegen die T-Zelle zu beträchtlich, so dass sie an letztere sich mit breiter Basis anschmiegt (Fig. 3). Noch sind alle Wandungen sämmtlicher Trichomzellen sehr dünn, und ein reichlicher Protoplasmainhalt, der in der T-Zelle rasche Strombewegung zeigt, vorhanden. Bald sieht man aber längs der Anheftungsfläche der oberen Stielzelle an die T-Zelle am optischen Querschnitte derselben kleine, zapfenförmige Vorsprünge auftreten, die in das Lumen der T-Zelle hineinragen (Fig. 4) und etwas später als kräftige Knotenreihe erscheinen (Fig. 20). Diese Zäpfchen treten anfangs nur in geringer Zahl auf, es bleibt auch wohl dauernd dabei (Fig. 8, 10), meist aber sieht man, während die bereits gebildeten heranwachsen, kleinere neben ihnen auftreten (Fig. 4), bis ihrer etwa 12—13 sich gebildet haben. Die Anfänge der Poren der Scheidewand der T-Zelle gegen die oberste Stielzelle erscheinen also relativ spät. Das Trichom zeigt sich bereits in allen seinen Theilen angelegt, und es ist noch immer keine Spur von ihnen vorhanden (Fig. 3). Die obere Stielzelle hat sich mittlerweile immer mehr verbreitert (Fig. 4, 20), die untere sich weiter getheilt, so das nunmehr der Stiel bis 0·1 *mm* lang geworden ist und die T-Zelle beträchtlich über die Oberfläche der Epidermis emporgehoben erscheint. Durch rasches Wachsthum hat dieselbe in ihrer Längserstreckung oft bereits eine Länge von 0·7 *mm* und mehr erreicht, während ihre grösste Breite im Mittel nur etwa 0·02 *mm* beträgt. Die Dicke ihrer Membran ist auf 0·007 *mm* gestiegen, während die der Stielzellen auch jetzt kaum mehr wie 0·0014 *mm* beträgt und auch im fertigen Haare nur noch geringe Zunahme erfährt. Die Länge des Ansatzes der obersten Stielzelle ist auf 0·08 *mm* gestiegen (Fig. 5, 11), ihre Höhe 0·07 *mm* gegen früher nicht oder nur wenig geändert, so dass sie gegen früher (Fig. 2, 3) sogar relativ kürzer erscheint.

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum

Die T-Zelle verlängert sich nun eine Zeit lang gar nicht, dafür aber nimmt die Membran derselben allseitig rasch an Dicke zu (Fig. 7, 9, 11, 14, 17) und zeigt, besonders im Querschnitte, sich deutlich geschichtet.

Mit dem bald darauf erfolgenden Auftreten von Kalkcarbonat erreicht die Membranverdickung der T-Zelle ihren Höhepunkt (S. 6), so dass das Lumen derselben an vielen Stellen völlig verschwunden ist (Fig. 17), und die Zellhaut selbst eine Dicke von 0·01 *mm* und mehr erreicht hat. Später verliert sich diese Dickwandigkeit wieder, theils dadurch, dass beim Weiterverlängern der T-Zelle die Membran derselben gedehnt wird, vorwiegend aber wohl durch einen Weitertransport des Zellstoffes selber (S. 8).

Die Art der Insertion des fertigen Haares in die Epidermis ergibt sich aus der Längsansicht (Fig. 15) und dem Querschnitte (Fig. 16) von selbst. Dadurch, dass die untere Tochterzelle (a in Fig. 1, 2) der Epidermiszelle, durch deren Theilung (Fig. 1) die erste Anlage des zukünftigen Trichoms erfolgte, sich im weiteren Verlaufe an der Entwickelung desselben nicht mehr betheiligt, sondern nach und nach ihre obere Wand verdickt und zur normalen Oberhautzelle wird, auch tangential sich nicht unbeträchtlich streckt, erscheint das fertige Haar gleichsam wie ein Aufsatz aus der Mitte der Oberhautzelle hervorgewachsen (Fig. 15, 16), und das ist auch der Grund, warum man nach dem Abbruche des Haarfilzes der Blattoberseite (S. 8) so gut wie gar keine Spuren mehr von demselben in der Oberhaut erkennen kann.

Vergleicht man mit der eben geschilderten Entwickelungsgeschichte die der ähnlichen T-förmigen Trichome, wie ich sie bei *Artemisia Absynthium* und *camphorata*, bei *Pyrethrum roseum Tanacetum Meyerianum* und *Tweedia coerulea* gegeben habe, so zeigt sich viel Ähnlichkeit mit *Tanacetum Meyerianum:*[1] „Das Haar entsteht aus einer Epidermiszelle, die einen centralen Cytoblasten besitzt und allmälig über die Oberhaut hervorwächst. Bald darauf theilt sie sich und die obere Zelle wächst entweder sogleich in die zukünftige Form der Endzelle (T-Zelle) aus, oder aber es geht der Process der Zelltheilung im Stiele weiter, und erst, wenn 2—4 Stielzellen gebildet sind, fängt die oberste

[1] A. Weiss, Pflanzenhaare. S. 499, Fig. 51, Taf. XXI.

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum

Zelle an, nach zwei Seiten hin auszuwachsen. Häufig sind in Jugendstadien dieser Trichome die Zellen derselben mit grüngefärbten Protoplasma (ungeformten Chlorophyll) erfüllt.“ Das fertige Haar zeigt die T-Zelle stark verdickt, die Wandung überall von Porencanälen durchsetzt.

Etwas anders verhält sich *Artemisia Absynthium:*[1] „Die Membran der bis 0·47 *mm* langen und 0·054 *mm* breiten T-Zelle ist bis zu 0·0042 *mm* verdickt, sie führt schon frühe nur Luft und windet sich dann beim Collabiren in mannigfacher Weise. Getragen wird sie von einem 3—4zelligen Stiele.“ Auch hier zeigt, wie bei Corokia, nach der ersten Theilung der Epidemiszelle die Stielzelle längere Zeit hindurch keine Veränderung, und erst wenn die obere Tochterzelle schon in den Umrissen ihrer zukünftigen Gestalt erscheint, theilt sie sich in zwei. Nun geht das Wachsthum der T-Zelle mit den weiteren Theilungen im Stiele gleichzeitig vor sich, doch verliert sie bald ihren Plasmainhalt und collabirt, während die Stielzellen fortdauernd ihr Protoplasma behalten, und noch völlig lebendig erscheinen, wenn die T-Zelle bereits längs abgestorben, auch wohl abgefallen ist.“[2] — Was die stofflichen Veränderungen während dieser Vorgänge betrifft, so färbt Kalilauge in jungen Stadien zunächst die Stielzellen intensiv schwefelgelb, desgleichen die T-Zelle. Bei älteren Haaren wird nur mehr der Stiel gelb gefärbt, in den allerjüngsten Entwickelungsstadien erfolgt überhaupt keine Färbung. Gerbstoff ist in allen Stadien, Amylun und Zucker dagegen in keinem nachzuweisen.

Bei *Artemisia camphorata*[3] ist die stark verdickte T-Zelle wie bei *Tanacetum Meyerianum* von zahlreichen Porencanälen durchzogen, der Stiel 2—3-zellig.

Bei *Pyrethrum roseum*[4] besteht der selten über 0·05 *mm* lange Stiel aus 3—4 kleinen, perlschnurartig aneinandergereihten, mit krümmlichem, gelbem Farbstoffe erfüllten Zellen und trägt die 6·7 *mm* und mehr lange, sehr stark verdickte 0·016—0·032 *mm*

---

[1] Ebendaselbst. S. 497, Taf. XXI, Fig. 31—41.

[2] Bei *Corokia* stirbt gerade umgekehrt der Stiel zuerst und sehr früh ab.

[3] A. Weiss. L. c. S. 498, Taf. XXI, Fig. 42—45.

[4] Ebendaselbst. S. 499, Taf. XXI, Fig. 59—62.

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum

breite T-Zelle. Bei der Kürze des Stieles liegt sie förmlich auf der Epidermis auf. Bei sehr vielen dieser Trichome ist der Stiel nicht in der Mitte, sondern nahe an einem Ende der T-Zelle eingefügt und diese steht dann fast vertical in die Höhe, es krümmen sich wohl auch beide Arme normal gebauter Haare nach aufwärts. Zweifelsohne hat das mit den Zweck, die Transpiration etc. der Oberhaut, die durch so zahlreiche ihr auf das dichteste anliegende horizontal ausgebreitete Trichomzellen entschieden sehr gehindert sein würde, in normaler Weise zu ermöglichen. Entwickelung wie bei Artemisia-Arten.

Bei *Tweedia coerulea* [1] enthält die sehr stark verdickte, am Stiele mit breiter Basis (ähnlich Corokia) aufsitzende T-Zelle eine dunkel gelbrothe Substanz, welche in alten Haaren auch deren Membran durchtränkt und gelb färbt. In den Stielzellen Spuren von Stärke, im ganzen Trichome Gerbstoff. [2]

Im Allgemeinen erfolgt, wie man sieht, die Ausbildung der T-Zelle wie die der Kletterhaare in ihren ersten Stadien, speciell wie die von *Humulus Lupulus*. [3] Ganz besonders gilt dies für jene Einzelligen T-Haare, welche keinen Stiel besitzen und wo derselbe, wie bei den Trichomen von *Cornus mascula*, einfach ersetzt wird durch eine stark verdickte Aussackung der T-Zelle, womit sie in die Oberhaut eingesenkt, respective inserirt sind.

---

[1] A. Weiss, Pflanzenhaare. S. 529, Taf. XXIII, Fig. 112.

[2] Die T-Haare von *Cheiranthus* (Cohn) *Chrysanthemum, Erysimum* und einzelner Hieracium-Arten (Theorin) sind entwicklungsgeschichtlich noch nicht untersucht.

[3] A. Weiss, L. c. S. 527, Taf. XXIII, Fig. 104, 105. — J. Rauter, Zur Entwickelung einiger Trichomgebilde. Denkschriften der Wiener Akad. d. Wissenschaften. 1870. XXXI. Taf. VII, Fig. 21—16.

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum

Erklärung der Abbildungen.

Fig. 1—20.

Trichome von *Corokia budleoides.*

Fig. 1. Erste Anlage des Trichoms durch Theilung einer Epidermiszelle und Hervorwölben der oberen Tochterzelle derselben *(b)* über die Oberhaut. Vergr. 750/1.

„ 2. Weiter entwickeltes Stadium. Die Zelle *b* (Fig. 1) hat sich getheilt, ihre untere Tochterzelle *(b')* ist zur Mutterzelle des Stieles geworden, die obere *(a)* wird zur T-Zelle. Vergr. 750/1.

„ 3. Noch fortgeschritteneres Entwickelungsstadium. Die Zelle *c* wächst bereits allmälig zur späteren Form heran. Vergr. 750/1.

„ 4. u. 20. Beginn der Porenentwickelung in der Membran der T-Zelle an der Scheidewand gegen den Stiel; in Fig. 4 kleine vorspringende Zäpfchen, in Fig. 20 bereits stärkere knotige Verdickungen zeigend. Vergr. 420/1.

„ 6. Stück einer Scheidewand mit leiterförmiger Verdickung. Erwachsenes Haar. Vergr. 750/1.

„ 7. 8. 10. Ansatzstelle der T-Zelle an den Stiel in Längsansicht (Fig. 7), und im Querschnitte (Fig. 8, 10). Vergr. 420/1.

„ 9. Querschnitt durch die „Scheidewand“ eines erwachsenen Haares, die Art der Membranverdickung zeigend. Vergr. 750/1.

„ 11, 14. Dasselbe; in Fig. 14 die Scheidewand und oberste Stielzelle von der Seite betrachtet. Vergr. 750/1.

„ 12. Stück einer Scheidewand eines erwachsenen Haares, mit zahlreichen kleinen, spaltenförmigen Poren. Vergr. 750/1.

„ 13. Kalkcarbonat-Ausscheidungen in und auf der Membran der T-Zelle. Die grösseren Kegel erscheinen deutlich geringelt. Vergr. 420/1.

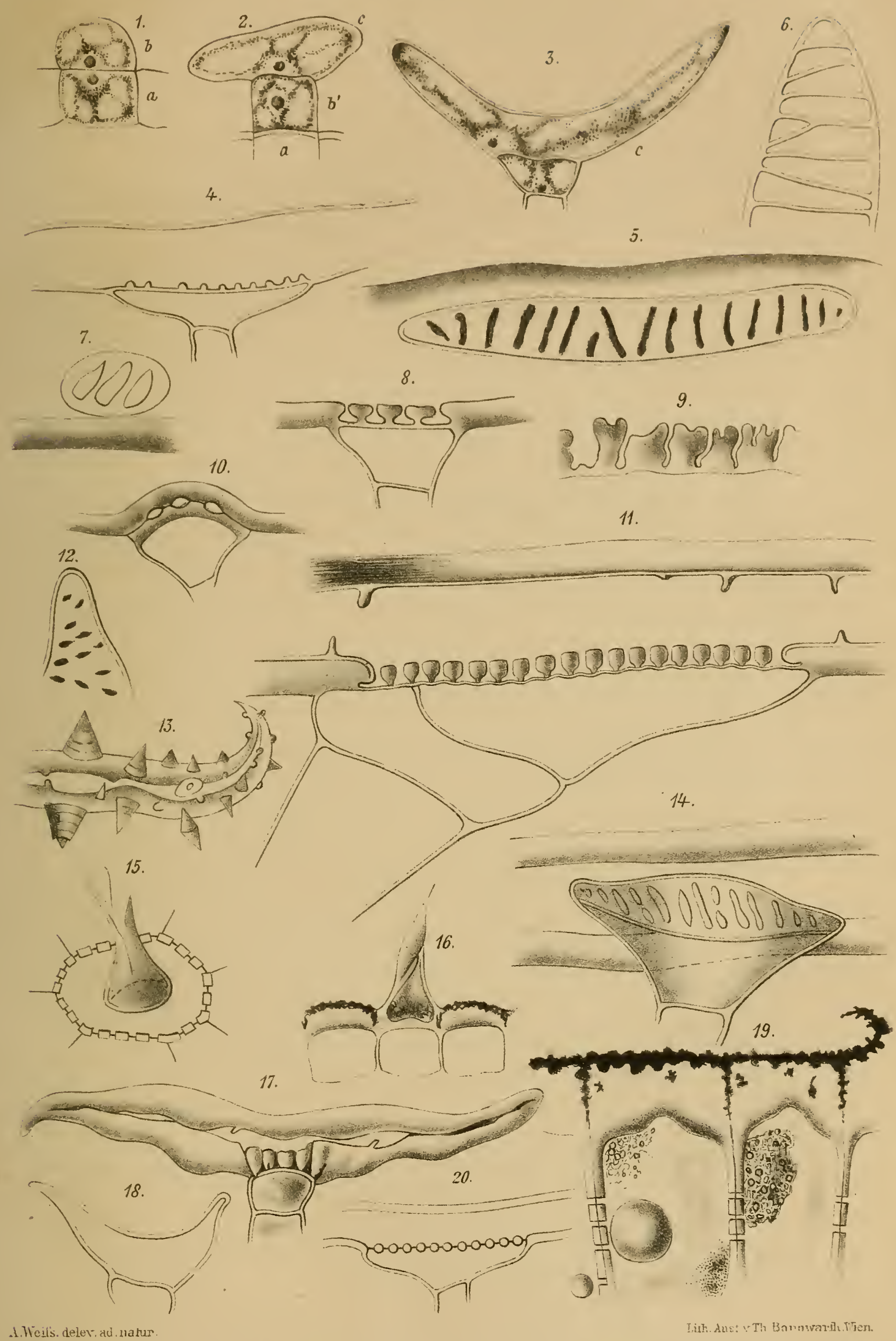
„ 15, 16. Insertion der Trichome in die Epidermis. Fig. 15 in der Längsansicht, Fig. 16 im Querschnitte. Vergr. 200/1.

„ 17, 18. Fertige aber abnorm entwickelte Trichome. Vergr. 420/1.

„ 19. Querschnitt durch die Oberhaut der Blattoberseite mit Jodlösung behandelt. Die Cuticula erscheint dunkel gelbbraun gefärbt. Die Querwände der Oberhautzellen sind porös verdickt. Vergr. 420/1.

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum

A. Weiſs: Trichome von Corokia budleoides.



A. Weiſs. delev. ad. natur.

Lith. Anst. v Th. Bannwarth, Wien.